



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PERAMALAN BEBAN TENAGA LISTRIK  
SISTEM KETENAGALISTRIKAN JAWA-MADURA-BALI  
MENGUNAKAN ALGORITMA GENETIK**

**TESIS**

**ERI NURCAHYANTO**

**07 06 17 33 26**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM MAGISTER TEKNIK ELEKTRO  
KEKHUSUSAN TEKNIK TENAGA LISTRIK DAN ENERGI  
DEPOK  
JUNI 2009**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PERAMALAN BEBAN TENAGA LISTRIK  
SISTEM KETENAGALISTRIKAN JAWA-MADURA-BALI  
MENGUNAKAN ALGORITMA GENETIK**

**TESIS**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik**

**ERI NURCAHYANTO**

**07 06 17 33 26**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM MAGISTER TEKNIK ELEKTRO  
KEKHUSUSAN TEKNIK TENAGA LISTRIK DAN ENERGI  
DEPOK  
JUNI 2009**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

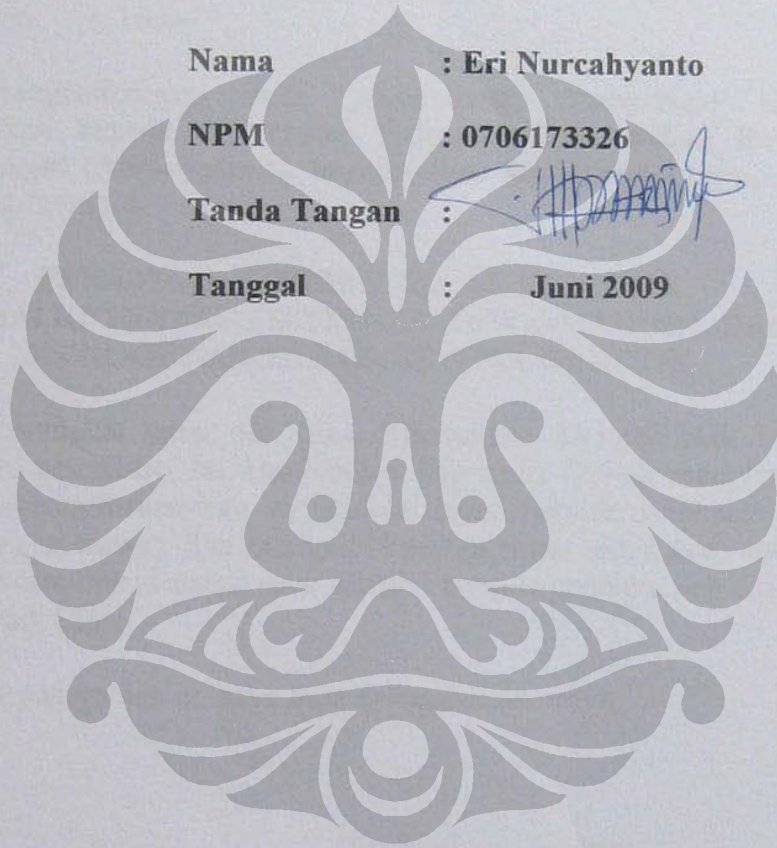
**Nama : Eri Nurcahyanto**

**NPM : 0706173326**

**Tanda Tangan :**



**Tanggal : Juni 2009**



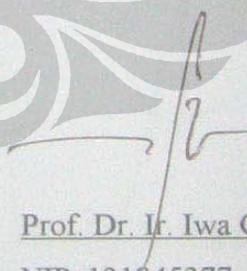
## LEMBAR PENGESAHAN

TESIS dengan judul:

# **PERAMALAN BEBAN TENAGA LISTRIK SISTEM KETENAGALISTRIKAN JAWA-MADURA-BALI MENGUNAKAN ALGORITMA GENETIK**

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Magister Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Kekhususan Teknik Tenaga Listrik dan Energi, Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Indonesia dan disetujui untuk diajukan dalam presentasi tesis.

Depok, 2009  
Dosen Pembimbing,



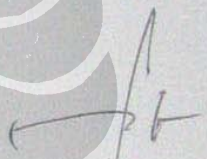
Prof. Dr. Ir. Iwa Garniwa M.K., M.T.  
NIP. 131845377

## HALAMAN PENGESAHAN

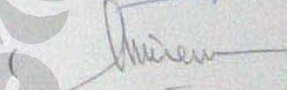
Tesis ini diajukan oleh :  
Nama : Eri Nurcahyanto  
NPM : 0706173326  
Program Studi : Magister Teknik Elektro  
Judul Tesis : Peramalan Beban Tenaga Listrik Sistem  
Ketenagalistrikan Jawa-Madura-Bali Menggunakan  
Algoritma Genetik


Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Magister Teknik Elektro, Kekhususan Teknik Tenaga Listrik dan Energi, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Iwa Garniwa MK, M.T. (  )

Penguji : Prof. Dr. Ir. Rudy Setiabudy, DEA (  )

Penguji : Ir. Amien Raharjo, M.T (  )

Penguji : Budi Sudiarto, S.T, M.T (  )

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : Juli 2009

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan penulisan Tesis ini. Penulisan Tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik pada Program Studi Magister Teknik Elektro, Kekhususan Teknik Tenaga Listrik dan Energi, Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak dari sejak kuliah dan penyusunan tesis ini, tentunya sulit bagi saya untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Iwa Garniwa MK, MT, selaku Dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan arahan dan bimbingan dalam penyusunan tesis;
2. Seluruh Staf Pengajar dan Administrasi Departemen Teknik Elektro Universitas Indonesia yang mendukung penyelesaian penyusunan tesis;
3. Ir. H. Agoes Triboesono, M.Eng selaku Direktur Pembinaan Pengusahaan Ketenagalistrikan yang telah memberikan ijin untuk menempuh pendidikan Program Magister dan seluruh pegawai DJLPE (khususnya KDBI, KBIT dan KBIE) yang telah memberikan dorongan moril;
4. PT PLN (Persero) P3B Jawa-Bali (Bapak Taslim) yang telah membantu untuk menyediakan data yang menunjang penulisan tesis;
5. Ibu, Istri dan seluruh keluarga (di Jakarta, Batam dan Salatiga) yang telah mendukung secara moril dan materiil;
6. Teman-teman Angkatan 2007 dan sahabat yang telah banyak membantu dan berbagi dalam menyelesaikan tesis;
7. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah memberikan dukungan dan bantuan.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas kebaikan semua pihak yang sudah membantu. Semoga tesis ini memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, Juni 2009  
Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Eri Nurcahyanto  
NPM : 0706173326  
Program Studi : Magister Teknik  
Departemen : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Jenis karya : Tesis

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**PERAMALAN BEBAN TENAGA LISTRIK  
SISTEM KETENAGALISTRIKAN JAWA-MADURA-BALI  
MENGUNAKAN ALGORITMA GENETIK**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta  
Pada tanggal : Juni 2009  
Yang menyatakan



(Eri Nurcahyanto)

## ABSTRAK

Nama : Eri Nurcahyanto  
Program Studi : Program Magister Teknik Elektro  
Kekhususan Teknik Tenaga Listrik Dan Energi  
Judul : Peramalan Beban Tenaga Listrik Sistem Ketenagalistrikan Jawa-  
Madura-Bali Menggunakan Algoritma Genetik

Manajemen usaha penyediaan tenaga listrik merupakan hal yang kompleks. Salah satu hal yang penting dalam manajemen penyediaan tenaga listrik, khususnya dalam perencanaan adalah peramalan tenaga listrik di masa yang akan datang. Peramalan (*forecasting*) adalah suatu kegiatan atau usaha untuk memprediksi kondisi di masa yang akan datang dengan bantuan model untuk merepresentasikannya.

Dalam membuat peramalan, keakuratan merupakan kriteria utama dalam menentukan metode peramalan. Dalam penelitian ini metode algoritma genetik digunakan untuk membuat peramalan beban tenaga listrik. Algoritma Genetik adalah algoritma pencarian yang meniru mekanisme evolusi dan genetik alam. Dalam proses peramalan, dilakukan optimasi parameter-parameter model dengan meminimalkan nilai *mean square error* (mse).

Model peramalan yang dikembangkan dengan algoritma genetik dapat mendekati model sebenarnya. Parameter optimal model peramalan jangka panjang adalah  $A= 1.558$ ,  $B_1= 0.642$ ,  $B_2= 1.188$ ,  $B_3= -0.437$ ,  $B_4= -0.378$ ,  $B_5= -0.484$ , dan  $B_6= 0.848$ , sedangkan untuk jangka menengah adalah  $\alpha= 0.6383$ ,  $\beta=0$ , dan  $\gamma=0.8289$ . Laju pertumbuhan beban rata-rata hasil ramalan jangka panjang tahun 2008-2017 sekitar 6.9%. Peramalan beban jangka menengah memberikan hasil yang lebih baik jika dibandingkan dengan peramalan dari PLN P3B Jawa-Bali dengan jumlah selisih eror sebesar 0.44%.

Kata Kunci:

Peramalan, beban tenaga listrik, algoritma genetik



## ABSTRACT

Name : Eri Nurcahyanto  
Study Program : Electrical Engineering Master Program  
Title : Electricity Load Forecasting on The Java-Madura-Bali  
Electricity System Using Genetic Algorithm

Managing electricity energy supply is a complex task. The most important part of electricity supply management, particularly in utility planning is forecasting of the future electricity load. Forecasting is a process to predict future conditions usually achieved by constructing models on relative information and some assumptions.

In making a electricity forecasting, accuracy is the primary criteria in selecting forecasting methods. In this research, a genetic algorithm approach is proposed to build electricity load forecasting. Genetic algorithms are global search methods that mimic the methapor of natural evolution and genetic. Parameter optimization process have done by minimize mean square error (mse).

Load forecasting model using genetic algorithm gives model which is almost the same with actual data. Optimal parameters for long term model are:  $A=1.558$ ,  $B_1=0.642$ ,  $B_2=1.188$ ,  $B_3=-0.437$ ,  $B_4=-0.378$ ,  $B_5=-0.484$ , dan  $B_6=0.848$ , for medium term model are:  $\alpha=0.6383$ ,  $\beta=0$ , dan  $\gamma=0.8289$ . Annual growth rate for 2008-2017 using genetic algorithm model is about 6.9%. Medium term forecasting using genetic algorithm gives better result than PLN P3B Java-Bali forecasting with sum error difference about 0.44%.

Keywords:  
Forecasting, electricity load, genetic algorithm

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	vi
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
<b>1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Batasan Penelitian .....	3
1.6 Model Operasional Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penulisan .....	4
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Pendahuluan .....	5
2.2 Metode Peramalan.....	6
2.2.1 Definisi Peramalan .....	6
2.2.2 Metode Deret Waktu .....	8
2.2.3 Metode Regresi.....	14
2.2.4 Metode Ekonometri.....	17
2.2.5 Ketelitian Peramalan ( <i>Forecast Accuracy</i> ) .....	19
2.2.6 Pemilihan Metode Peramalan.....	20
2.3 Peramalan Tenaga Listrik .....	20
2.3.1 Model Mikro.....	22
2.3.2 Model Makro.....	22
2.3.3 Model <i>End-Use</i> .....	23
2.4 Algoritma Genetik.....	23
2.4.1 Kecerdasan Buatan .....	23
2.4.2 Pengertian Algoritma Genetik.....	25
2.4.3 Terminologi Algoritma Genetik.....	26
2.4.4 Hal-Hal Yang Harus Dilakukan Dalam Algoritma Genetika.....	26
2.4.5 Struktur Umum Algoritma Genetik.....	28
2.4.6 Mekanisme Algoritma Genetik .....	29
2.4.7 Komponen-Komponen Utama Algoritma Genetik .....	31
2.4.8 Parameter-Parameter Algoritma Genetik .....	40

2.4.9	Kriteria Terminasi .....	41
2.4.10	Reinsersi .....	41
<b>3.</b>	<b>PERANCANGAN MODEL PERAMALAN TENAGA LISTRIK .....</b>	<b>42</b>
3.1	Sistem Kelistrikan Jawa-Madura-Bali .....	42
3.1.1	Kondisi Sistem .....	42
3.1.2	Operasi Sistem .....	44
3.1.3	Karakteristik Beban.....	46
3.2	Penelitian yang Sudah Dilakukan .....	48
3.3	Perancangan Model Peramalan dengan Algoritma Genetik .....	51
3.3.1	Peramalan Jangka Panjang.....	52
3.3.2	Peramalan Jangka Menengah.....	54
<b>4.</b>	<b>IMPLEMENTASI MODEL PERAMALAN BEBAN TENAGA LISTRIK DENGAN ALGORITMA GENETIK .....</b>	<b>56</b>
4.1	Pendahuluan .....	56
4.2	Model Peramalan .....	56
4.2.1	Model Peramalan Beban Tenaga Listrik Jangka Panjang .....	56
4.2.2	Model Peramalan Beban Tenaga Listrik Jangka Menengah .....	57
4.4	Pembentukan Fungsi Objektif dan Fungsi <i>Fitness</i> .....	60
4.5	Reproduksi (Seleksi) .....	62
4.6	Pindah Silang (Rekombinasi) .....	64
4.7	Mutasi.....	65
4.8	Reinsersi.....	65
4.9	Parametr Genetik.....	66
4.10	Data Keluaran .....	67
4.11	Program Utama .....	68
<b>5.</b>	<b>HASIL DAN ANALISIS.....</b>	<b>70</b>
5.1	Pendahuluan .....	70
5.2	Model Peramalan Jangka Panjang .....	70
5.2.1	Proses Pemodelan .....	70
5.2.2	Hasil Simulasi .....	72
5.2.3	Peramalan Beban Puncak Tahunan .....	78
5.3	Model Peramalan Jangka Menengah .....	80
5.3.1	Proses Pemodelan .....	81
5.3.2	Hasil Simulasi .....	85
5.3.3	Peramalan Beban Puncak Bulanan .....	88
<b>6.</b>	<b>KESIMPULAN.....</b>	<b>92</b>
6.1	Kesimpulan .....	92
6.2	Saran.....	92
	<b>DAFTAR REFERENSI .....</b>	<b>93</b>
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>96</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Pola Data Stasioner.....	12
Gambar 2.2.	Pola Data Kecenderungan .....	13
Gambar 2.3.	Pola Data Musiman .....	14
Gambar 2.4.	Pola Data Sklus.....	14
Gambar 2.5.	Ilustrasi Representasi Penyelesaian Algoritma Genetik.....	14
Gambar 2.6.	Struktur Algoritma Genetik .....	29
Gambar 2.7.	Diagram Alir Proses Algoritma Genetik Sederhana .....	30
Gambar 2.8.	Susunan Bit –Bit Kromosom .....	31
Gambar 2.9.	Piringan <i>Roulette</i> dari 6 Individu .....	35
Gambar 2.10.	Diagram Alir Proses <i>Crossover</i> .....	36
Gambar 2.11.	Proses Rekombinasi Satu Titik .....	37
Gambar 2.12.	<i>Multi Point Crossover</i> .....	37
Gambar 2.13.	<i>Uniform Crossover</i> .....	38
Gambar 2.14.	Diagram Alir Proses Mutasi.....	39
Gambar 2.15.	Mutasi Kromosomi.....	40
Gambar 3.1.	Peta Kelistrikan Sistem Jawa-Madura-Bali .....	43
Gambar 3.2.	Beban Harian Tipikal Sistem Jamali.....	46
Gambar 3.3.	Grafik Beban Puncak Bulanan Sistem Jamali .....	47
Gambar 3.4.	Grafik Beban Puncak Tahunan Sistem Jamali .....	47
Gambar 4.1.	Susunan Bit Pembentuk Parameter Model Jangka Panjang.....	59
Gambar 4.2.	Susunan Bit Pembentuk Parameter Model Jangka Menengah.....	59
Gambar 4.3.	Diagram Alir Proses Dekode .....	60
Gambar 4.4.	Diagram Alir Perhitungan Fungsi Objektif.....	61
Gambar 4.5.	Diagram Alir Proses Peringkat.....	62
Gambar 4.6.	Diagram Alir Proses Seleksi dengan <i>Roulette Wheel Selection</i> ....	63
Gambar 4.7.	Diagram Alir Proses Pindah Silang.....	64
Gambar 4.8.	Diagram Alir Proses Mutasi.....	65
Gambar 4.9.	Diagram Alir Proses Reinsersi .....	66
Gambar 4.10.	Diagram Alir Program Utama.....	68
Gambar 5.1.	Performansi Algoritma Genetik Skenario 1.....	72
Gambar 5.2.	Performansi Algoritma Genetik Skenario 2.....	74
Gambar 5.3.	Performansi Algoritma Genetik Skenario 3.....	75
Gambar 5.4.	Performansi Algoritma Genetik Skenario 4.....	76
Gambar 5.5.	Performansi Algoritma Genetik Skenario 5.....	78
Gambar 5.6.	Grafik Perbandingan Ramalan dan Realisasi .....	79
Gambar 5.7.	Data Peramalan Jangka Menengah .....	81
Gambar 5.8.	Performansi Algoritma Genetik Skenario 1 .....	86
Gambar 5.9.	Performansi Algoritma Genetik Skenario 2.....	87
Gambar 5.10.	Grafik Perbandingan Beban Bulanan Peramalan dan Realisasi....	88
Gambar 5.11.	Perbandingan Hasil Peramalan dan Realisasi .....	90

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Perbandingan terminologi genetika alami dan algoritma genetik....	26
Tabel 3.1.	Komposisi Beban dan Pembangkit Region.....	48
Tabel 4.1	Data Untuk Proses Peramalan Jangka Panjang .....	57
Tabel 4.2	Data Untuk Proses Peramalan Jangka Menengah .....	58
Tabel 5.1	Data Untuk Proses Peramalan (kisaran 0-1) .....	71
Tabel 5.2	Data Nilai Variabel Bebas 2008-2017 .....	71
Tabel 5.3.	Hasil Peramalan 2008-2017 .....	80
Tabel 5.4	Rata-Rata Beban Puncak Tahun 2001 dan 2002.....	82
Tabel 5.5	Prakiraan Garis Tren.....	83
Tabel 5.6	Prakiraan Indeks Musiman.....	84
Tabel 5.7	Nilai Musiman awal.....	85
Tabel 5.8	Hasil Peramalan Beban Puncak Bulanan Tahun 2008.....	89
Tabel 5.9	Perbandingan Hasil Ramalan dan Data Realisasi.....	90
Tabel 5.10	Ramalan Beban Puncak Bulanan Tahun 2009.....	91

